

10/525998

CT/JP03/10922

28.08.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   8 月 2 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 4 9 9 5 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 4 9 9 5 7 ]

出   願   人            酒 井   士 郎  
Applicant(s):           ナイトライド・セミコンダクター株式会社

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 17 OCT 2003

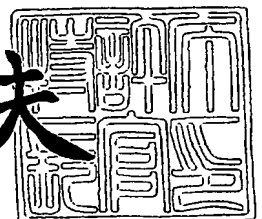
WIPO

PCT

2 0 0 3 年 1 0 月   1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 5 0 2

【書類名】 特許願  
【整理番号】 329-0035  
【提出日】 平成14年 8月29日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/00  
H01L 33/00

## 【発明者】

【住所又は居所】 徳島県徳島市八万町中津浦 1 7 4 - 4

【氏名】 酒井 士郎

## 【発明者】

【住所又は居所】 徳島県徳島市南常三島町 2 - 1 徳島大学内

【氏名】 敖 金平

## 【発明者】

【住所又は居所】 徳島県徳島市八万町大坪 2 2 1 - 1 - 8 - 1 0 3

【氏名】 大野 泰夫

## 【特許出願人】

【識別番号】 591080069

【氏名又は名称】 酒井 士郎

## 【特許出願人】

【識別番号】 500221563

【氏名又は名称】 ナイトライド・セミコンダクター株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100075258

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 研二

【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

【識別番号】 100096976

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 純

【電話番号】 0422-21-2340

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-110760

【出願日】 平成14年 4月12日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001753

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0205550

【包括委任状番号】 0210538

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基板上に複数の発光素子が形成され、前記複数の発光素子がモノリシックに直列接続されることを特徴とする発光装置。

【請求項2】 請求項1記載の装置において、  
前記複数の発光素子は、前記基板上に二次元配置されていることを特徴とする発光装置。

【請求項3】 請求項1、2のいずれかに記載の装置において、  
前記複数の発光素子は2組に分けられ、2個の電極に互いに反対極性となるように並列接続されることを特徴とする発光装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の装置において、  
前記複数の発光素子間の接続はエアブリッジ配線であることを特徴とする発光装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の装置において、  
前記複数の発光素子間の電氣的な分離は、前記基板として使用されるサファイアにより行われることを特徴とする発光装置。

【請求項6】 請求項2記載の装置において、  
前記複数の発光素子は同数ずつ2組に分けられ、各組の発光素子アレイはジグザグ状に配置され、かつ、2組の発光素子アレイは2個の電極に互いに反対極性となるように並列接続されることを特徴とする発光装置。

【請求項7】 請求項6記載の装置において、  
前記2組の発光素子アレイは、互い違いに配置されることを特徴とする発光装置。

【請求項8】 請求項6、7のいずれかに記載の装置において、  
前記発光素子及び電極は、平面形状が略正方形であることを特徴とする発光装置。

【請求項9】 請求項6、7のいずれかに記載の装置において、  
前記発光素子及び電極は、平面形状が三角形であることを特徴とする発光装置。

置。

【請求項 1 0】 請求項 2 記載の装置において、

前記複数の発光素子及び電極は、全体形状が略正方形となるように配置されることを特徴とする発光装置。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 記載の装置において、

前記複数の発光素子からなる発光素子アレイはジグザグ状に配置されることを特徴とする発光装置。

【請求項 1 2】 請求項 6 ～ 9 のいずれかに記載の装置において、

前記電極は、交流電源用電極であることを特徴とする発光装置。

【請求項 1 3】 請求項 6 ～ 9 のいずれかに記載の装置において、

前記 2 組の発光素子アレイは、共通の  $n$  電極を有することを特徴とする発光装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【 0 0 0 1 】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、基板上に複数の発光素子が形成された発光装置に関する。

##### 【 0 0 0 2 】

##### 【従来の技術】

発光素子 (LED) 等の発光手段が表示用途等を使用される場合には、その使用条件が駆動電圧約 1 ～ 4 V、駆動電流が約 20 mA となっている。ところで、近年 GaN 系化合物半導体を用いた短波長 LED が開発され、フルカラーや白色等の固体光源が実用化されたことに伴い、次第に LED を照明用途にも応用することが検討されている。LED を照明用途に応用する場合に、上述した駆動電圧 1 ～ 4 V、駆動電流 20 mA という使用条件とは異なる条件で使用される事態も生じる。このため、LED により大電流を流し、発光出力を大きくする工夫がなされている。大電流を流すためには、LED の  $pn$  接合面積を大きくし、電流密度を小さく抑える必要がある。

##### 【 0 0 0 3 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

LEDを照明用光源として使用する場合には、電源として交流を使用し、100V以上の駆動電圧で使用できることが便利である。また、同じ電力を投入して同じ発光出力を得るのであれば、低い電流値を保ちながら高い電圧を印加した方が電力損失を小さくすることができる。しかし、従来のLEDでは、必ずしも十分に駆動電圧を高くすることはできなかった。

#### 【0004】

本発明は、上記従来技術の有する課題に鑑みなされたものであり、その目的は、高い駆動電圧で動作できる発光装置を提供することにある。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、絶縁基板上に複数の発光素子が形成され、前記複数の発光素子がモノリシックに直列接続されることを特徴とする。

#### 【0006】

ここで、前記複数の発光素子は、前記基板上に二次元配置されていることが好適である。

#### 【0007】

また、前記複数の発光素子は2組に分けられ、2個の電極に互いに反対極性となるように並列接続されることが好適である。

#### 【0008】

前記複数の発光素子間の接続はエアブリッジ配線とすることが好適である。

#### 【0009】

前記複数の発光素子間の電氣的な分離は、前記基板として使用されるサファイアにより行われることが好適である。

#### 【0010】

また、前記複数の発光素子は同数ずつ2組に分けられ、各組の発光素子アレイはジグザグ状に配置し、かつ、2組の発光素子アレイは2個の電極に互いに反対極性となるように並列接続されることも好適であり、前記2組の発光素子アレイは、互い違いに配置することができる。

#### 【0011】

また、前記発光素子及び電極は、平面形状が略正方形あるいは三角形状とすることが好適である。

#### 【0012】

また、前記複数の発光素子及び電極は、全体形状が略正方形となるように配置されることが好適である。

#### 【0013】

本発明において、電極は、交流電源用電極とすることができる。

#### 【0014】

また、前記2組の発光素子アレイは、共通のn電極を有することが好適である。

#### 【0015】

このように、本発明では複数の発光素子をモノリシックに、すなわち同一基板上に形成し、これらを直列接続することで、高駆動電圧を可能とする。複数の発光素子を一方向に接続することで直流駆動が可能となるが、複数の発光素子を2組に分け、各組の発光素子（発光素子アレイ）を互いに逆極性となるように電極に接続することで交流駆動も可能となる。各組の個数は同数でもよく、あるいは異なってもよい。

#### 【0016】

複数の発光素子を二次元配列する方法は種々存在するが、基板専有面積をできるだけ小さくすることが望ましい。例えば、2組の発光素子アレイをそれぞれジグザグ状に、すなわち複数の発光素子を折れ曲がった直線上に配置し、それぞれの発光素子アレイを互い違いに配置することで、基板面積を有効活用して多数の発光素子を接続することができる。2組の発光素子アレイを互い違いに配置することで、配線の交叉部分が生じる場合もあるが、発光素子間をエアブリッジ配線で接続することにより交叉部分での短絡を有効に防止できる。発光素子及び電極の形状は任意であるが、例えば平面形状が略正方形となるように形成することで全体形状も略正方形となり、標準的なマウント構造を使用できる。発光素子及び電極を正方形以外、例えば三角形とした場合でも、これらの三角形状を組み合わせることで全体として略正方形を形成すれば、同様に標準的なマウント構造を使

用できるようになる。

#### 【0017】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。

#### 【0018】

図1には、本実施形態においてGaN系化合物半導体発光素子としてのLED1の基本構成が示されている。LED1は、基板10上に順次GaN層12、Siドープのn型GaN層14、InGaN発光層16、AlGaN層18、p型GaN層20が積層され、p型GaN層20に接してp電極22、n型GaN層14に接してn電極24が形成される構成である。

#### 【0019】

図1に示されたLEDは以下のプロセスにより作製される。すなわち、まず、MOCVD装置にてサファイアc面基板を水素雰囲気中で1100℃、10分間熱処理する。そして、温度を500℃まで降温させ、シランガスとアンモニアガスを100秒間供給して不連続なSiN膜を基板10上に形成する。なお、このプロセスはデバイス中の転位密度を低減させるためのものであり、図ではSiN膜は省略している。次に、同一温度でトリメチルガリウム及びアンモニアガスを供給してGaN層を20nm厚成長させる。温度を1050℃に昇温し、再びトリメチルガリウム及びアンモニアガスを供給してアンドープGaN(u-GaN)層12及びSiドープのn型GaN層14を各2μm厚成長させる。その後、温度を700℃程度まで降温してInGaN発光層16を2nm厚成長させる。目標組成は $x=0.15$ 、すなわち $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ である。発光層16成長後、温度を1000℃まで昇温してAlGaN正孔注入層18を成長させ、さらにp型GaN層20を成長させる。

#### 【0020】

p型GaN層20を成長させた後、ウエハをMOCVD装置から取り出し、Ni10nm厚、Au10nm厚を順次真空蒸着で成長層表面に形成する。5%の酸素を含む窒素ガス雰囲気中で520℃熱処理することで金属膜はp型透明電極22となる。透明電極形成後、全面にフォトレジストを塗布し、n型電極形成の



ためのエッチングをフォトレジストをマスクとして行う。エッチング深さは、例えば600nm程度である。エッチングで露出したn型Ga<sub>0.4</sub>N層14上にTi5nm厚、Al5nm厚を形成し、窒素ガス雰囲気中で450℃、30分間熱処理してn型電極24を形成する。最後に、基板10の裏面を100μmまで研磨してチップを切り出し、マウントすることでLED1が得られる。

#### 【0021】

図1では、基板10上に一つのLED1が形成されているが、本実施形態では、基板10上にLED1をモノリシックに、かつ二次元アレイ状に複数形成し、各LEDを接続して発光装置（チップ）を構成する。

#### 【0022】

図2には、発光装置の等価回路図が示されている。図2において、2次元アレイ状に形成された発光素子群は同数（図では4個）ずつ2組に分けられ、各組のLED1はそれぞれ直列接続され、2組のLED列は電極（駆動電極）に対して逆極性となるように並列接続される。このようにLED列が直列接続されることにより、各々の駆動電圧が加算された高い電圧でLED1を駆動することができる。また、各LED列はその極性が互いに反対となるように電極に並列接続されているので、電源として交流電源を使用した場合にも、電源の各周期中に必ずどちらかのLED列が発光していることになるので、効率のよい発光を行うことができる。

#### 【0023】

図3には、基板10上にモノリシックに形成された複数のLEDの部分的な平面図が示されている。また、図4は、図3のIV-IV断面図が示されている。図3において、LED1の上面には、図1に示されるようにp電極22及びn電極24が形成されている。隣接するLED1のp電極22とn電極24との間がエアブリッジ配線28により接続され、複数のLED1が直列接続される。

#### 【0024】

図4において、各LED1は説明の都合上簡略的に示されている。すなわち、n-GaN層14、p-GaN層20、p-電極22、n-電極24のみが示されている。実際には図1に示されるようにInGa<sub>0.4</sub>N発光層16等が存在するこ

とは云うまでもない。エアブリッジ配線28は、p電極22からn電極24までを空中を介して接続する。これにより、素子表面に絶縁膜を塗布し、この上に電極を形成してp電極22とn電極24とを電氣的に接続する方法に比べ、エッチング溝に沿って電極を配置する必要が無くなるので、配線切れや絶縁膜からn層、p層へ絶縁材料を構成する元素が熱拡散してLED1を劣化させるという問題を回避できる。エアブリッジ配線28は、LED1間のみならずLED1と図示しない電極との間の接続にも使用される。

#### 【0025】

また、図4に示されるように、各LED1は互いに独立し、電氣的に絶縁される必要がある。このため、各LED1はサファイア基板10上で分離された構成となっている。サファイアはそれ自身絶縁体であるので、LED1をそれぞれ電氣的に分離することができる。このように、サファイア基板10をLEDの電氣的な分離を行うための抵抗体として使用することにより、容易かつ確実にLEDの電氣的な分離を行うことができる。

#### 【0026】

なお、発光素子としては、pn接合を有するLEDの他、MISとすることもできる。

#### 【0027】

図5には、発光装置の他の等価回路図が示されている。図において、20個のLED1が直列接続されて1つのLEDアレイを形成しており、2つのLEDアレイ（合計40個のLED）が電源に並列に接続されている。LED1の駆動電圧は5Vに設定されており、各LEDアレイの駆動電圧は100Vとなっている。2つのLEDアレイは図2と同様に互いに反対極性となるように電源に並列接続されており、電源の極性がいずれであっても必ずどちらかのLEDアレイが発光することになる。

#### 【0028】

図6には、二次元アレイが具体的に示されている。図2の等価回路図に対応するものである。図において、サファイア基板10上に合計40個のLED1が形成されており、それぞれ20個ずつ2組に分けられ、エアブリッジ配線28によ

り直列接続されて2つのLEDアレイを形成している。より詳細には、各LED 1は全て同形の正方形で同サイズであり、1つのLEDアレイは上から6個、7個、7個とそれぞれ直線上に配置され、上から第1列目（6個）と第2列目（7個）は互いに逆向きに形成され、第2列目と第3列目も互いに逆向きに形成される。第1列目と第2列目、第2列目と第3列目は互いに離間して配置されている。これは、後述するように他方のLEDアレイの列が交互に挿入されるためである。第1列目の右端のLED 1と第2列目の右端のLED 1とはエアブリッジ配線28により接続される。第2列目の左端のLED 1と第3列目の左端のLED 1もエアブリッジ配線28で接続されてジグザグ配列となる。第1列目の左端のLED 1は基板10の左上部に形成された電極（パッド）32にエアブリッジ配線28で接続され、第3列目の右端のLED 1は基板10の右下部に形成された電極（パッド）32にエアブリッジ配線28で接続される。2つの電極（パッド）32もLED 1と同形の正方形である。他方のLEDアレイは上述した一方のLEDアレイの間隙に互い違いとなるように形成される。すなわち、他方のLEDアレイは上から7個、7個、6個とそれぞれ直線上に配置され、上から第1列目は一方のLEDアレイの第1列目と第2列目の間に形成され、第2列目は一方のLEDアレイの第2列目と第3列目の間に形成され、第3列目は一方のLEDアレイの第3列目の下に形成される。他方のLEDアレイの第1列目と第2列目、及び第2列目と第3列目も互いに逆方向となるように形成され、第1列目の右端のLED 1は第2列目の右端のLED 1にエアブリッジ配線28で接続され、第2列目の左端のLED 1は第3列の左端のLED 1にエアブリッジ配線28で接続されてジグザグ状となる。他方のLEDアレイの第1列目の左端のLEDは基板10の左上部に形成された電極32にエアブリッジ配線28で接続され、第3列目の右端のLED 1は基板10の右下部に形成された電極32にエアブリッジ配線28で接続される。一方のLEDアレイと他方のLEDアレイの電極32に対する極性は互いに逆である。発光装置（チップ）の全体形状は長方形である。電源が供給される2つの電極32は、長方形の対角位置に離間して形成される点も着目されたい。

【0029】

図7には、図6の回路図が示されている。それぞれのLEDアレイはジグザグ状に屈曲しつつ直列接続され、2つのLEDアレイはジグザグ状の各列が互いの列の間に形成される様子が明らかとなろう。このような配置とすることで、多数のLED1を小さな基板10上に配置することができる。また、40個のLED1に対して電極32が2個でよいので、この点でも基板10の使用効率を向上させることができる。また、各LED1を分離するためにLED1を個別に形成する場合にはウエハをカットして分離する必要があるのに対し、本実施形態では各LED1の分離をエッチングで行うことができるので、LED1の間隔を狭くすることができる。これにより、サファイア基板10の大きさをより小さくすることができる。LED1同士の分離は、フォトリジストや反応性イオンエッチング、ウエットエッチングを併用することでLED1以外の領域を基板10に達するまでエッチング除去することで達成される。各LEDアレイは交互に発光するので、発光効率を向上できるとともに放熱特性も向上させることができる。また、直列接続させるLED1の数を変更すれば、全体としての駆動電圧も変更できる。また、LED1の面積を小さくすると、1つのLED当たりの駆動電圧を高くすることもできる。LED1を20個直列に接続した場合、商用電源(100V、60Hz)で駆動すると、およそ150mWの発光出力を得ることができる。この場合の駆動電流としては20mA程度である。

### 【0030】

なお、図7から分かるように、2つのLEDアレイをジグザグ状に交互に配列する場合、エアブリッジ配線28に交叉部分34が必然的に発生する。例えば、他方のLEDアレイの第1列目と第2列目を接続する際に、一方のLEDアレイの第1列目と第2列目を接続するための配線部分と交叉する。しかし、本実施形態のエアブリッジ配線28は、上述したように基板10に接着しておらず、基板10から離れて空中を通過するので、交叉部分34においてエアブリッジ配線28同士が接触し、短絡することを容易に回避することができる。エアブリッジ配線28を用いる利点の一つである。エアブリッジ配線28は、例えば以下のようにして形成される。すなわち、全面に2 $\mu$ mの厚さのフォトリジストを塗布し、エアブリッジ配線の形状に穴を開けた後にポストバークする。その上に、真空蒸

着でTiを10nm、Auを10nm、この順序で蒸着する。さらにその上の全面に2 $\mu$ m厚さでフォトリジストを再度塗布し、エアブリッジ配線を形成する部分のみに穴を開ける。次いで、TiとAuを電極として電解液中でイオンプレーティング（メッキ）により電極全面に3～5 $\mu$ mの厚さのAuを付着させる。その後、試料をアセトンに浸し、超音波洗浄によりフォトリジストを溶解除去してエアブリッジ配線28が完成する。

#### 【0031】

このように、複数のLED1を二次元アレイ状に配置することで、基板面積を有効に活用しつつ高駆動電圧、特に商用電源での駆動も可能となるが、二次元アレイのパターンとしてはこの他にも種々のパターンが可能である。一般に、二次元アレイパターンとしては、以下の条件を備えることが望ましい。

#### 【0032】

(1) 各LEDに均一に電流を流し、均一な発光を得るためには各LEDの形状、電極位置が同一であることが望ましい。

#### 【0033】

(2) ウエハをカットしてチップにするためには、各LEDの辺は直線であることが望ましい。

#### 【0034】

(3) 光取り出し効率を向上させるため、標準的なマウントを使用して周辺からの反射を利用するためにはLEDは平面形状が正方形に近い形状が望ましい。

#### 【0035】

(4) 2つの電極（ボンディングパッド）の大きさは100 $\mu$ m角程度で、互いに離れていることが望ましい。

#### 【0036】

(5) ウエハ面積の有効利用のため、配線、パッドの占める割合は小さい方が望ましい。

#### 【0037】

もちろん、これらは必須ではなく、例えば各LEDの形状としては平面形状三角形を用いることも可能であろう。各LEDの形状が三角形であっても、これら

を組み合わせることで全体形状を略正方形とすることができる。以下、二次元アレイパターンの例をいくつか示す。

### 【0038】

図8には、合計6個のLED1を二次元に配置した例が示されており、図9にはその回路図が示されている。図8の配置は、基本的には図6の配置と同様であり、合計6個のLEDアレイは同数ずつ2組に分けられ、それぞれ直列接続された3個のLEDから構成される。一方のLEDアレイはジグザグ状に配列され、上から第1列目は1個のLED1、第2列目は2個のLED1が形成される。第1列目のLEDと第2列目の右端のLED1はエアブリッジ配線28で直列接続され、第2列目の2個のLED1もエアブリッジ配線28で直列接続される。基板10の左上部と左下部に電極(パッド)32が形成され、第1列目のLED1は左上部の電極32にエアブリッジ配線で接続され、第2列目の左端のLED1は左下部の電極32に接続される。他方のLEDアレイもジグザグ状に配列され、上から第1列目は2個のLED1、第2列目は1個のLED1が形成される。他方のLEDアレイの第1列目は前記一方のLEDアレイの第1列目と第2列目の間に形成され、他方のLEDアレイの第2列目は前記一方のLEDアレイの第2列目の下方に形成される。第1列目の右端のLED1は第2列目のLED1にエアブリッジ配線28で直列接続され、第1列目の2個のLED1同士もエアブリッジ配線28で直列接続される。第1列目の左端のLED1は左上部の電極32にエアブリッジ配線28で接続され、第2列目のLED1は左下部の電極32にエアブリッジ配線28で接続される。図9から分かるように、この例でも2つのLEDアレイは互いに並列に電極32に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。したがって、交流電源を供給した場合、2つのLEDアレイは交互に発光することになる。

### 【0039】

図10には、合計14個のLEDを二次元配置した例が示されており、図11にはその回路図が示されている。合計14個のLEDアレイは2組に分けられ、それぞれ直列接続された7個のLEDから構成される。一方のLEDアレイはジグザグ状に配列され、上から第1列目は3個のLED1、第2列目は4個のLED

D1が形成される。第1列目の左端のLEDと第2列目の左端のLED1はエアブリッジ配線28で直列接続され、第1列目の3個のLED同士、及び第2列目の4個のLED1同士もエアブリッジ配線28で直列接続される。基板10の右上部と右下部に電極(パッド)32が形成され、第1列目の右端のLED1は右上部の電極32にエアブリッジ配線で接続され、第2列目の右端のLED1は右下部の電極32に接続される。他方のLEDアレイもジグザグ状に配列され、上から第1列目は4個のLED1、第2列目は3個のLED1が形成される。他方のLEDアレイの第1列目は前記一方のLEDアレイの第1列目と第2列目の間に形成され、他方のLEDアレイの第2列目は前記一方のLEDアレイの第2列目の下方に形成される。第1列目の左端のLED1は第2列目の左端のLED1にエアブリッジ配線28で直列接続される。第1列目の4個のLED1同士、及び第2列目の3個のLED1同士も直列接続される。第1列目の右端のLED1は右上部の電極32にエアブリッジ配線28で接続され、第2列目の右端のLED1は右下部の電極32にエアブリッジ配線28で接続される。図11から分かるように、この例でも2つのLEDアレイは互いに並列に電極32に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。したがって、交流電源を供給した場合、2つのLEDアレイは交互に発光することになる。

#### 【0040】

図6、図8、図10の二次元パターンに共通する特徴としては、各LED1が略正方形の同形、同サイズであること、2つの電極(パッド)も略正方形であり、隣接形成されていない(離間形成されている)こと、2つのLEDアレイの組み合わせであること、2つのLEDアレイは屈曲しつつチップ上に互いに交錯するように形成されること、2つのLEDアレイは互いに逆極性となるように電極に接続されること、等である。

#### 【0041】

図12には、平面形状が三角形のLEDを二次元配列した場合の例が示されており、図13にはその回路図が示されている。図12において、合計6個のLED1a、1b、1c、1d、1e、1fがその平面形状が三角形状となるように形成されている。LED1aとLED1eが三角形の一辺で対向して2つで略正

方形となるように配置され、LED1bと1fが対向して2つで略正方形となるように配置される。また、LED1dと電極32が対向して接続し、LED1cと電極32が対向して接続する。2つの電極32もLEDと同様に平面形状が三角形形状であり、同様に略正方形となるように配置される。LED同士の対向する辺はn電極24を構成し、すなわち、対向する2つのLEDはn電極24を共有する。LEDと電極32もn電極接続である。この配置も、上述した例と同様に合計6個のLEDは2組に分けられる。一方のLEDアレイは、LED1a、LED1b、LED1cからなるアレイであり、LED1aのp電極22は電極32にエアブリッジ配線28で接続され、そのn電極24はLED1bのp電極22とエアブリッジ配線28で接続される。LED1bのn電極24はLED1cのp電極22とエアブリッジ配線28で接続される。LED1cのn電極24は電極32に接続される。他方のLEDアレイは、LED1d、LED1e、LED1fから構成され、電極32とLED1fのp電極22はエアブリッジ配線28で接続され、LED1fのn電極24はLED1eのp電極22とエアブリッジ配線28で接続され、LED1eのn電極24とLED1dのp電極22はエアブリッジ配線28で接続され、LED1dのn電極24は電極32に接続される。

#### 【0042】

図13において、一方のLEDアレイを構成するLED1aと他方のLEDアレイを構成するLED1eのn電極が接続されており、一方のLEDアレイを構成するLED1bと他方のLEDアレイを構成するLED1fのn電極が接続されている点にも着目されたい。2組のLEDアレイのいくつかのn電極を共有することで、回路配線を削減することができる。また、この例においても、2つのLEDアレイは並列に電極32に接続され、かつ、互いに逆極性となるように接続される。また、各LEDは同形、同サイズであり、各LEDを一つの辺で対向させるとともに電極32も三角形形状とすることでLED及び電極を高密度に形成して必要な基板面積を小さくすることができる。

#### 【0043】

図14には、平面形状が三角形のLEDを二次元配列した他の例が示されてお



り、図15にはその回路図が示されている。この例では、合計16個のLED 1a~1rが二次元形成されている。LED 1aと1j、1bと1k、1cと1m、1dと1n、1eと1p、1fと1q、1gと1rがそれぞれ三角形の一つの辺で対向する。対向する辺にはn電極24が共通形成されている。また、LED 1iと電極32が対向し、LED 1hと電極32が対向する。一方のLEDアレイはLED 1a、1b、1c、1d、1e、1f、1g、1hから構成され、他方のLEDアレイはLED 1r、1q、1p、1n、1m、1k、1j、1iから構成される。LED 1bのn電極24はエアブリッジ配線28によりLED 1cのp電極22に接続され、LED 1eのn電極24もエアブリッジ配線28によりLED 1fのp電極22に接続される。また、LED 1qのn電極24もエアブリッジ配線28によりLED 1pのp電極22に接続され、LED 1mのn電極24もエアブリッジ配線28によりLED 1kのp電極22に接続される。図14においても、図12と同様に交叉部分が生じるが、エアブリッジ配線28により短絡を回避できる。また、この例においても2組のLEDアレイのいくつかのn電極24を共有構造とすることで必要な配線を削減している。また、この例においても2つのLEDアレイは並列で互いに逆極性で電極32に接続されており、交流駆動が可能である。図12においては合計6個のLEDの場合、図14においては合計16個のLEDの場合について示したが、他の個数のLEDでも同様に二次元配列できる。本願出願人は、38個のLEDを二次元配列した発光装置も作成している。

#### 【0044】

以上、交流駆動の場合について説明したが、直流駆動も可能であることは言うまでもない。この場合、LEDアレイを互いに逆極性となるように電極に接続するのではなく、直流電源の極性の向きに合わせてLEDアレイを順方向に接続すればよい。複数のLEDを直列接続することで、高電圧駆動が可能である。以下、直流駆動の場合についても説明する。

#### 【0045】

図16には、2個のLEDを直列接続した例が示されており、図17にはその回路図が示されている。各LED 1は平面形状が矩形状であり、2個のLED間

はエアブリッジ配線 28 で接続される。電極 32 は各 LED 1 の近傍に形成されており、電極 32 と LED 1 とで長方形の領域を形成する。すなわち、電極 32 は長方形領域の一部を占有し、長方形領域の他の領域に LED 1 が形成されている。

#### 【0046】

図 18 には、合計 4 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 19 にはその回路図が示されている。図 16 の LED 1 を 2 個に分割し、それぞれを並列に接続したものである。2 個の LED からなる LED アレイを 2 組並列に順方向接続したと云うこともできる。LED 1a と 1b で一つの LED アレイを構成し、LED 1c と 1d でもう一つの LED アレイを構成する。LED 1a と LED 1c は p 電極 22 及び n 電極 24 を共有し、LED 1b と LED 1d も p 電極 22 及び n 電極 24 を共有する。この構成によれば、図 16 に比べて電流が均一化する効果がある。

#### 【0047】

図 20 は、合計 3 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 21 にはその回路図が示されている。LED 1a、1b、1c は同形ではなく、LED 1a の一部に電極 32 が形成されている。LED 1a の n 電極 24 と LED 1b の p 電極は LED 1b の上を跨ぐエアブリッジ配線 28 で接続される。各 LED の形状及び配置を工夫することで、3 個の LED であっても発光装置（チップ）全体の外観形状を略正方形とすることができる。

#### 【0048】

図 22 には、合計 6 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 23 にはその回路図が示されている。各 LED 1a～1f は同形、同サイズである。LED 1a～1f は直列接続される。LED 1a～1c は直線上に配置され、LED 1d～1f は他の直線上に配置される。LED 1c と LED 1d はエアブリッジ配線 28 で接続される。この例においても、チップの全体形状を略正方形とすることができる。

#### 【0049】

図 24 には、合計 5 個の LED を二次元配列した例が示されており、図 25 に

はその回路図が示されている。LED 1a～1eは同形（長方形）、同サイズである。この例においても、全体形状を略正方形とすることができる。

#### 【0050】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく種々の変更が可能である。特に、複数の発光素子（LED等）を二次元配置する場合のパターンは上述したパターン以外にも可能である。この場合、隣接する発光素子間で電極を共有して配線を少なくすること、全体形状を正方形あるいは長方形とすること、複数組の発光素子アレイを電極に並列接続すること、交流駆動の場合に複数組の発光素子アレイを互い逆極性とすること、複数組の発光素子アレイをそれぞれジグザグ状に屈曲させて組み合わせること、等が好適である。

#### 【0051】

図26～図31には、これらの変更例のいくつかが例示されている。図26は交流駆動の場合の二次元配置であり、合計40個のLEDが配置されている。図27はその回路図である。図6と異なる点は、2組のLEDアレイのいくつかがn電極24を共有する点である（図5参照）。例えば、一方のLEDアレイの第1列の右端から2番目に位置するLED（図中 $\alpha$ で示す）のn電極24は、他方のLEDアレイの第1列の右端に位置するLED（図中 $\beta$ で示す）のn電極24と共有されている。なお、LEDアレイの端部（図中 $\gamma$ 部分）におけるエアブリッジ配線28は、交叉させることなく共通形成されている。

#### 【0052】

図28は、交流駆動の場合の二次元配置であり、合計14個のLEDが配置されている。図29はその回路図である。図10と異なる点は、2組のLEDアレイのいくつかはn電極24を共有する点である。例えば、一方のLEDアレイの第1列の左端のLED（図中 $\alpha$ で示す）のn電極24は、他方のLEDアレイの第1列の右端から2番目に位置するLED（図中 $\beta$ で示す）のn電極24と共有されている。また、端部（図中 $\gamma$ 部分）におけるエアブリッジ配線28は共通形成されている。

#### 【0053】

図30は、交流駆動の場合の二次元配置であり、合計6個のLEDが配置されている。図31はその回路図である。この例においても、端部(γ部)のエアブリッジ配線28が共通形成されている。この構成も、一方のLEDアレイにおけるn電極24と他方のLEDアレイにおけるn電極24が共有されていると云うことができる。

【0054】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、高い駆動電圧で駆動し発光させることができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 発光素子(LED)の基本構成図である。
- 【図2】 発光装置の等価回路図である。
- 【図3】 2個のLEDの平面図である。
- 【図4】 図3のIV-IV断面図である。
- 【図5】 発光装置の他の等価回路図である。
- 【図6】 40個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図7】 図6の回路図である。
- 【図8】 6個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図9】 図8の回路図である。
- 【図10】 14個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図11】 図10の回路図である。
- 【図12】 6個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図13】 図12の回路図である。
- 【図14】 16個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図15】 図14の回路図である。
- 【図16】 2個のLEDを配列した説明図である。
- 【図17】 図16の回路図である。
- 【図18】 4個のLEDを二次元配列した説明図である。
- 【図19】 図18の回路図である。

【図 2 0】 3 個の L E D を二次元配列した説明図である。

【図 2 1】 図 2 0 の回路図である。

【図 2 2】 6 個の L E D を二次元配列した説明図である。

【図 2 3】 図 2 2 の回路図である。

【図 2 4】 5 個の L E D を二次元配列した説明図である。

【図 2 5】 図 2 4 の回路図である。

【図 2 6】 他の二次元配置説明図である。

【図 2 7】 図 2 6 の回路図である。

【図 2 8】 他の二次元配置説明図である。

【図 2 9】 図 2 8 の回路図である。

【図 3 0】 他の二次元配置説明図である。

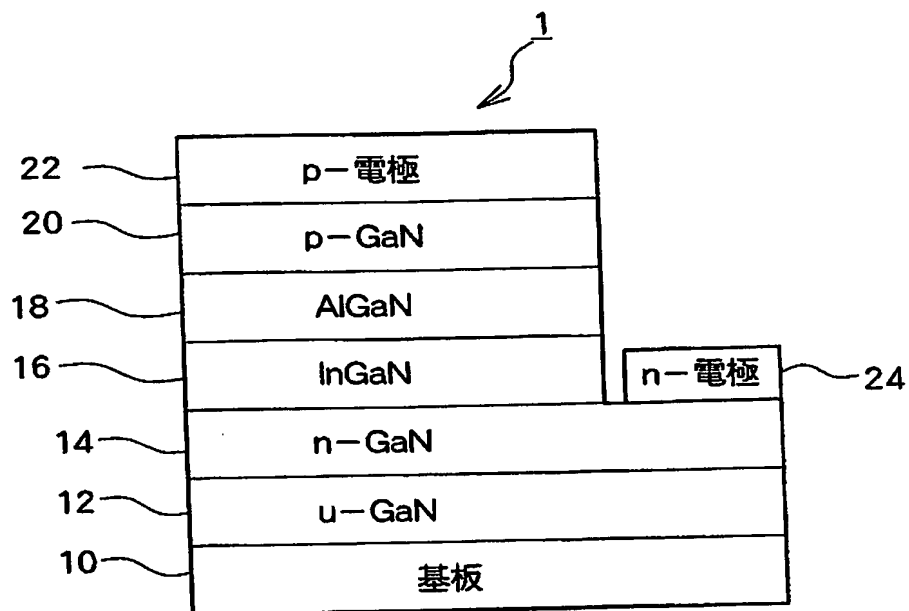
【図 3 1】 図 3 0 の回路図である。

【符号の説明】

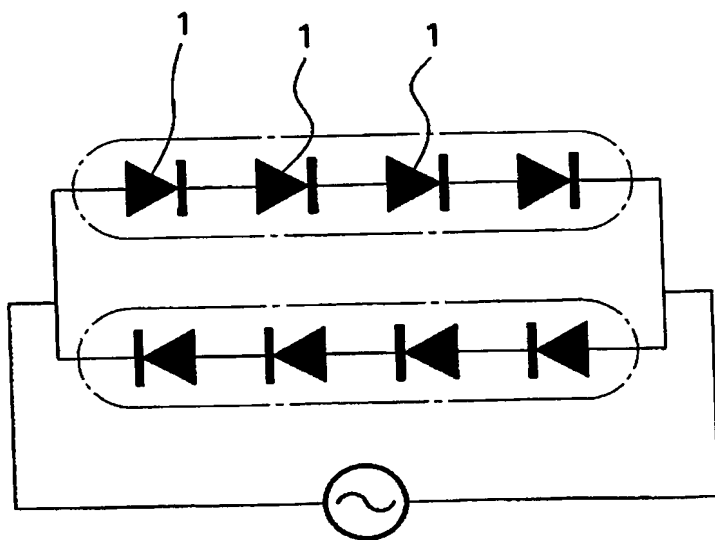
1 0 基板 (ウエハ)、1 2 u - G a N 層、1 4 n 型 G a N 層、1 6 I  
n G a N 発光層、1 8 A l G a N 層、2 0 p - G a N 層、2 2 p - 電極、  
2 4 n - 電極。

【書類名】 図面

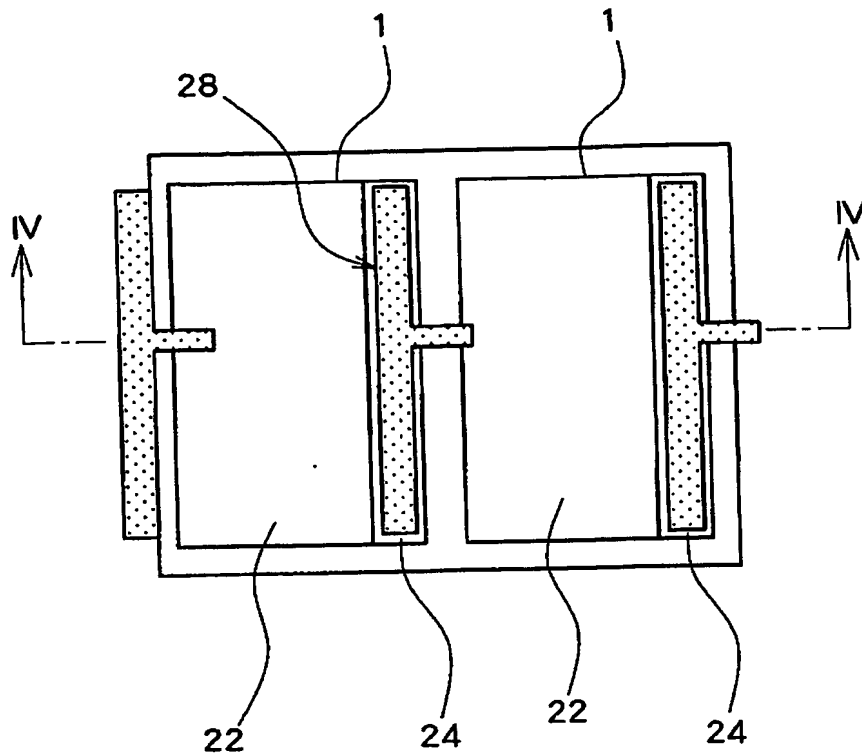
【図1】



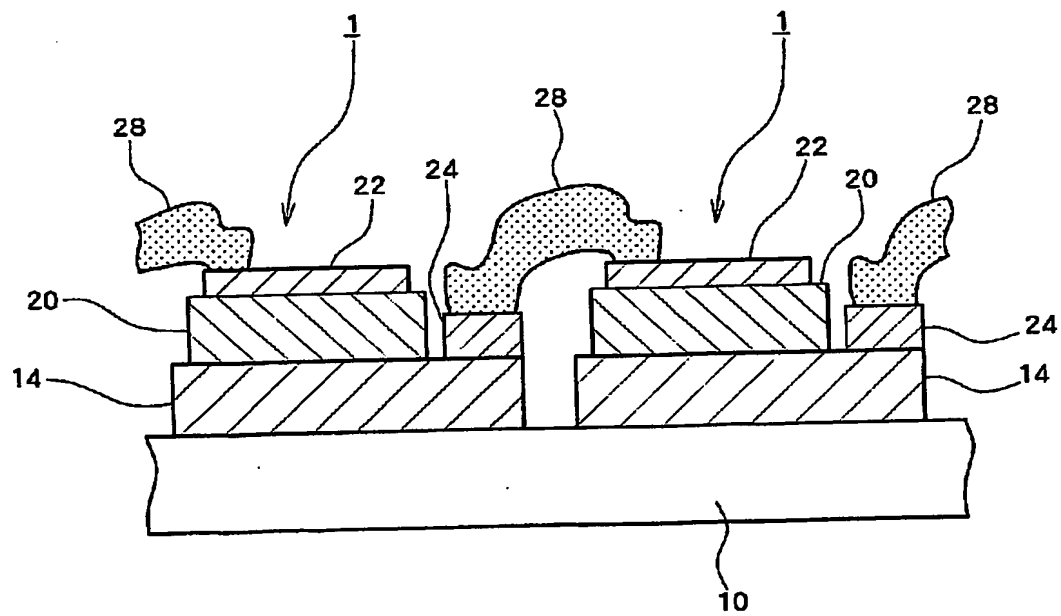
【図2】



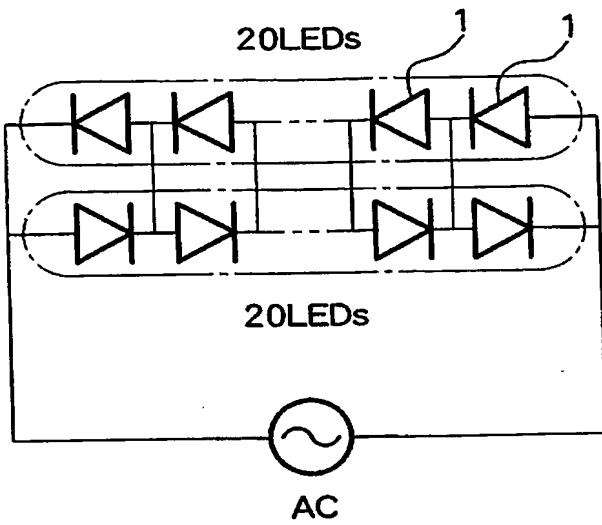
【図 3】



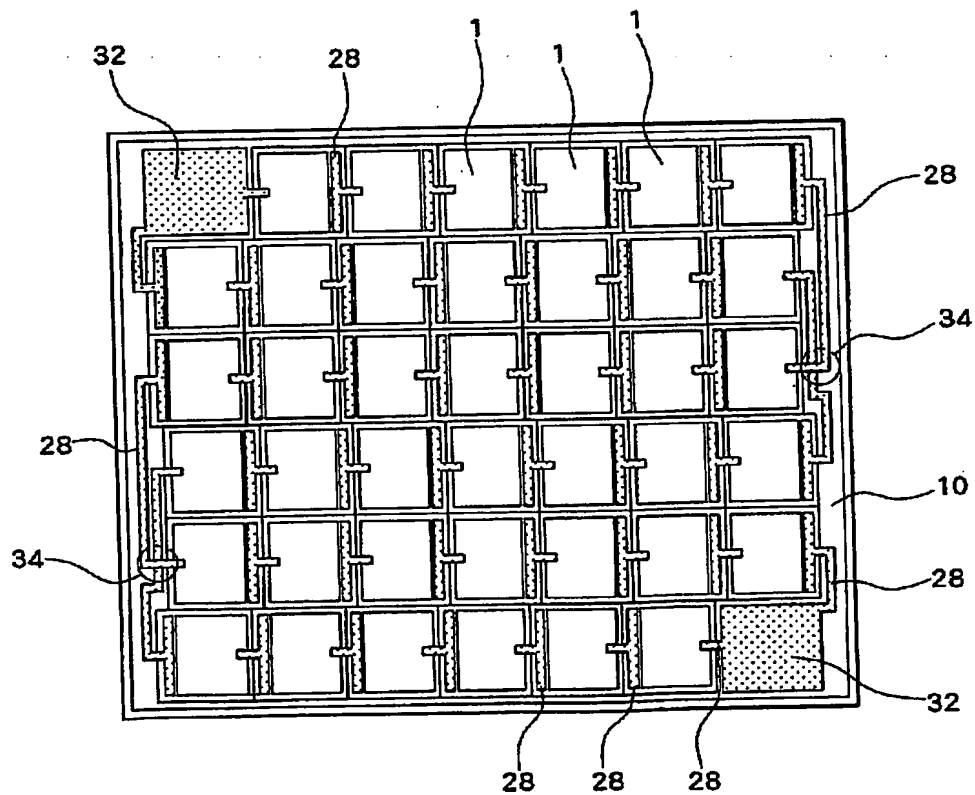
【図 4】



【図5】

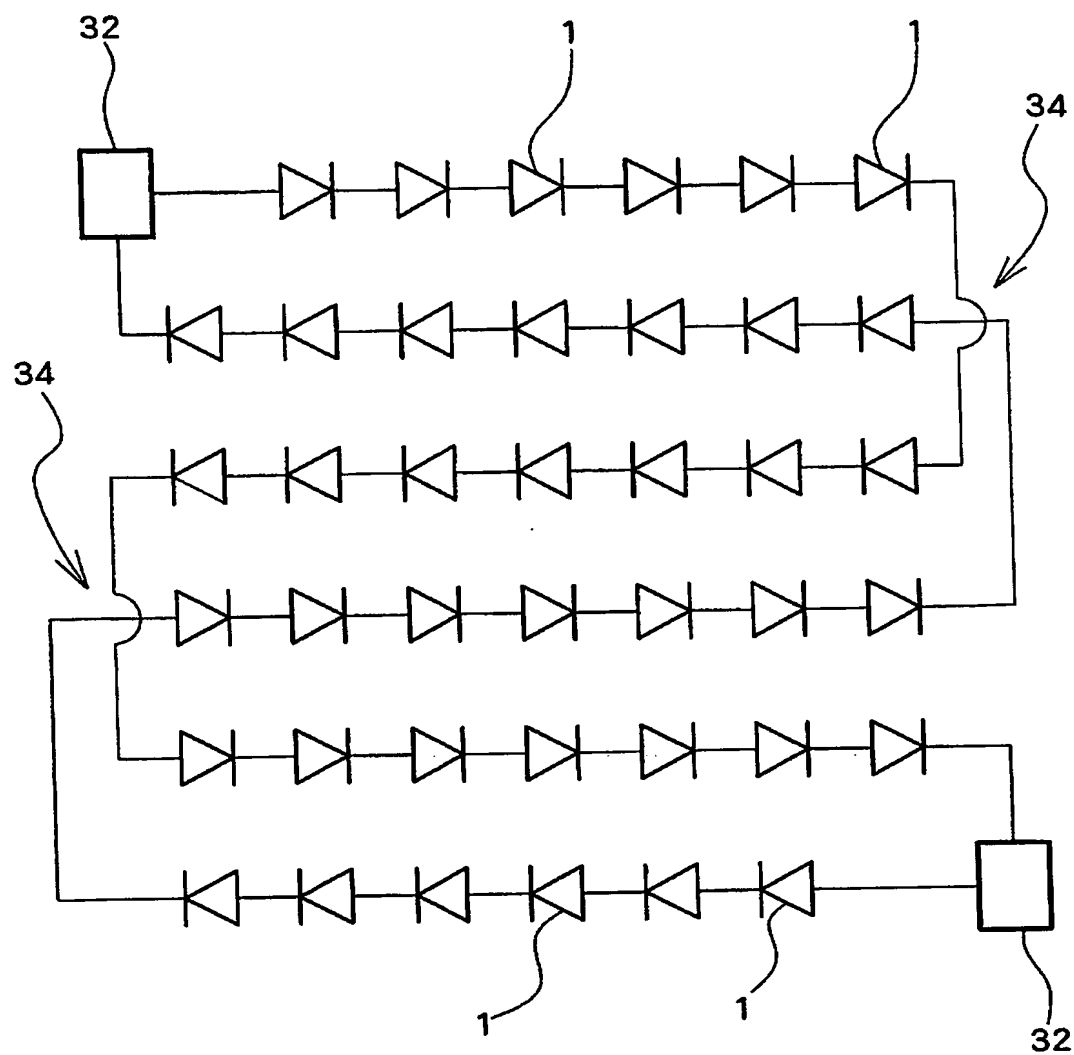


【図6】

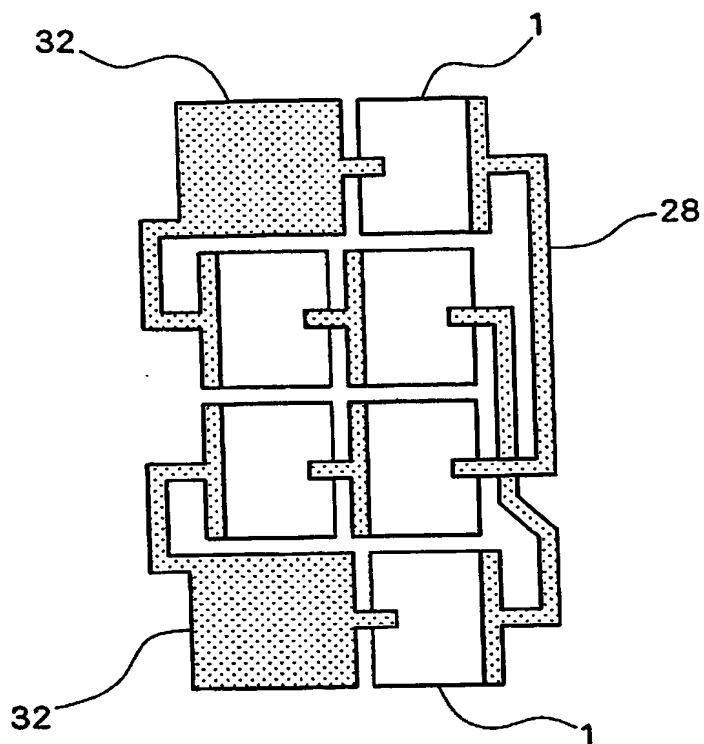




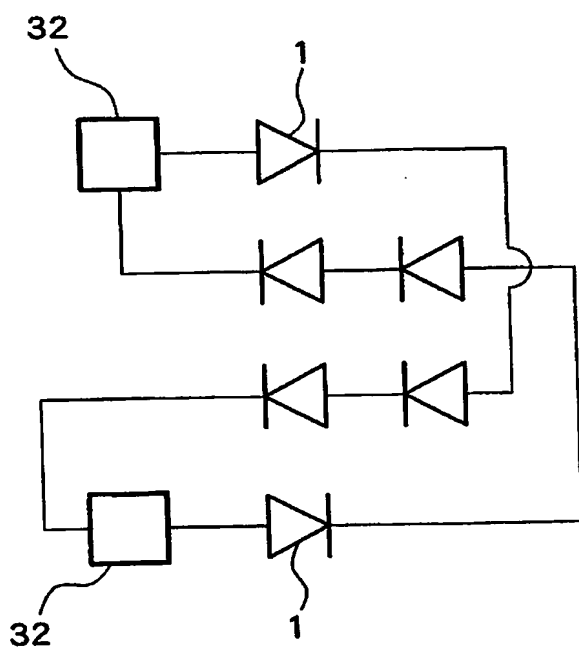
【図7】



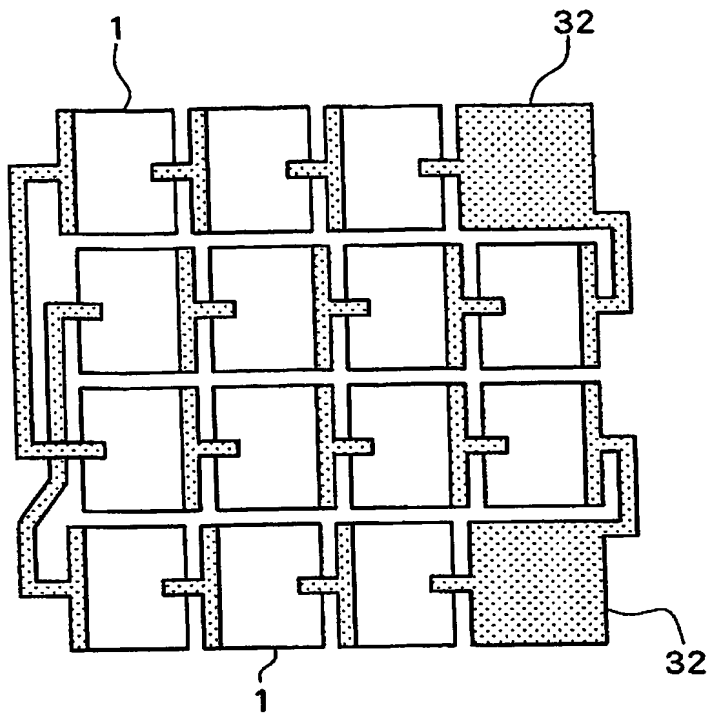
【図 8】



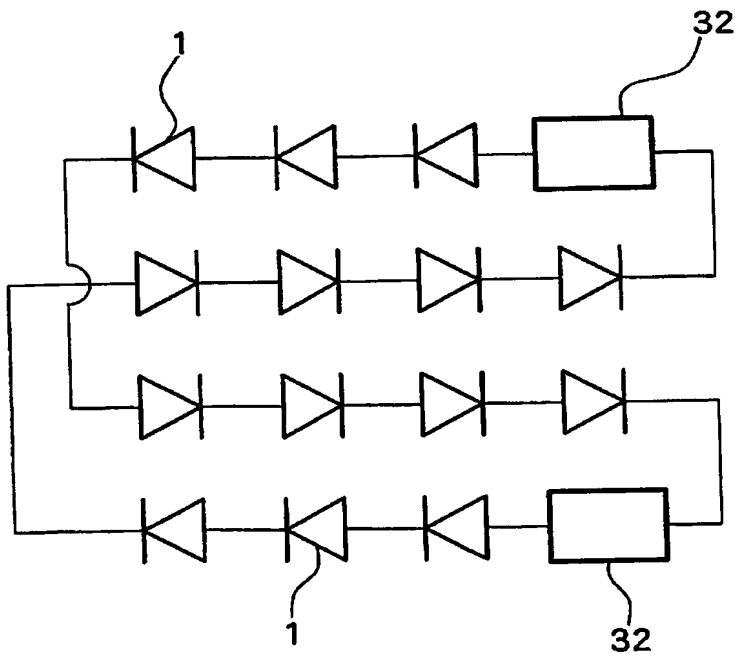
【図 9】



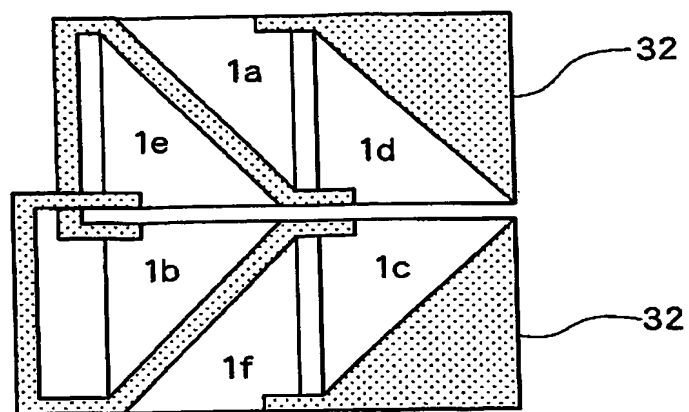
【図10】



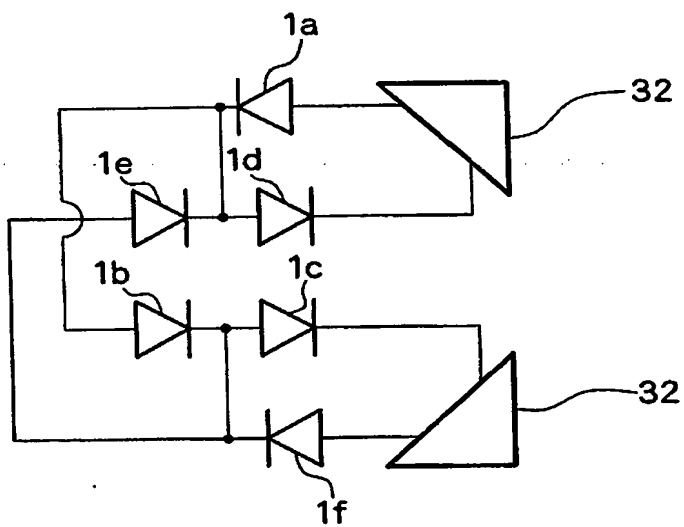
【図11】



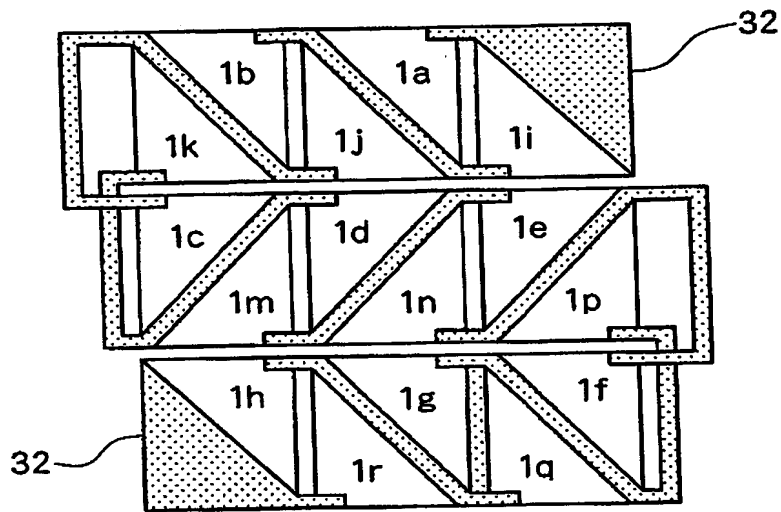
【図12】



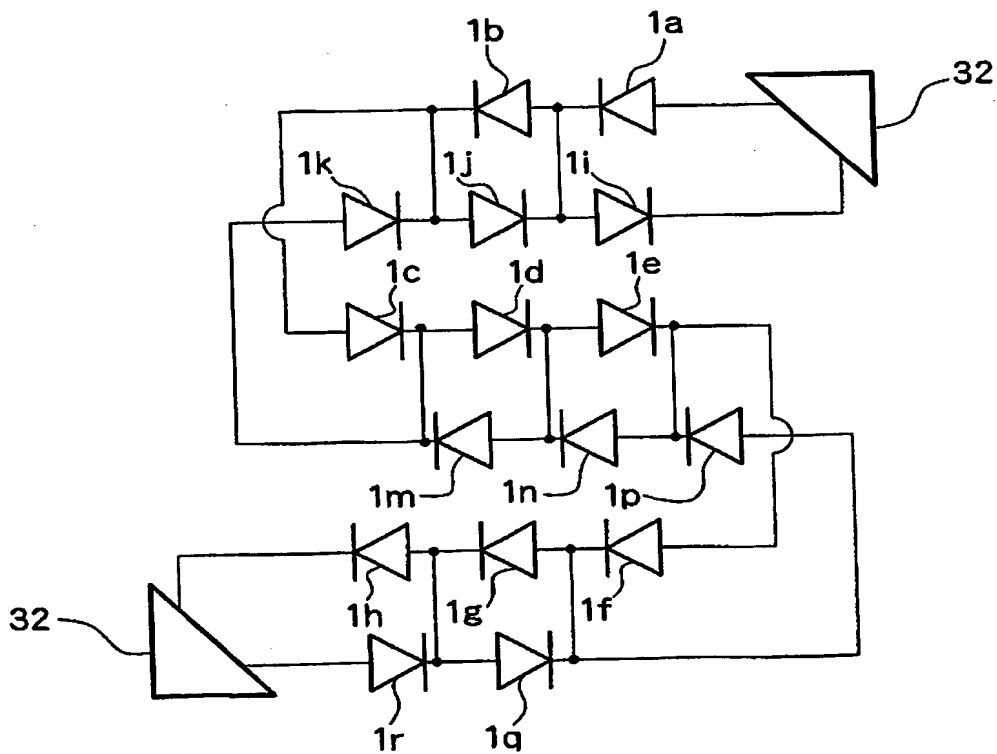
【図13】



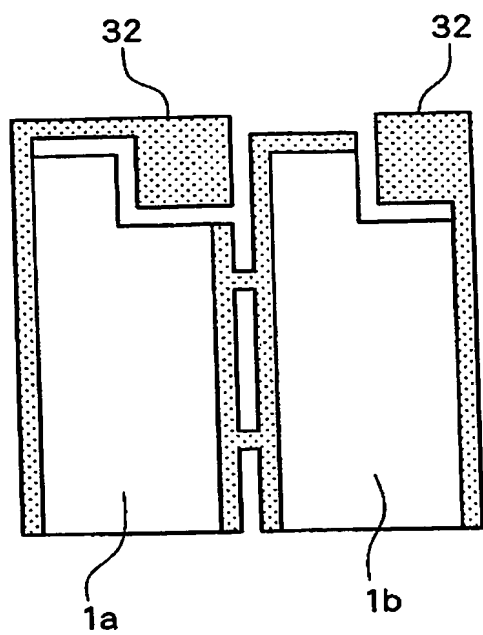
【図14】



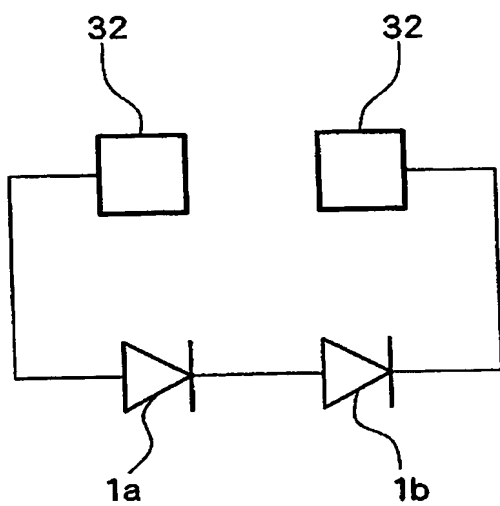
【図15】



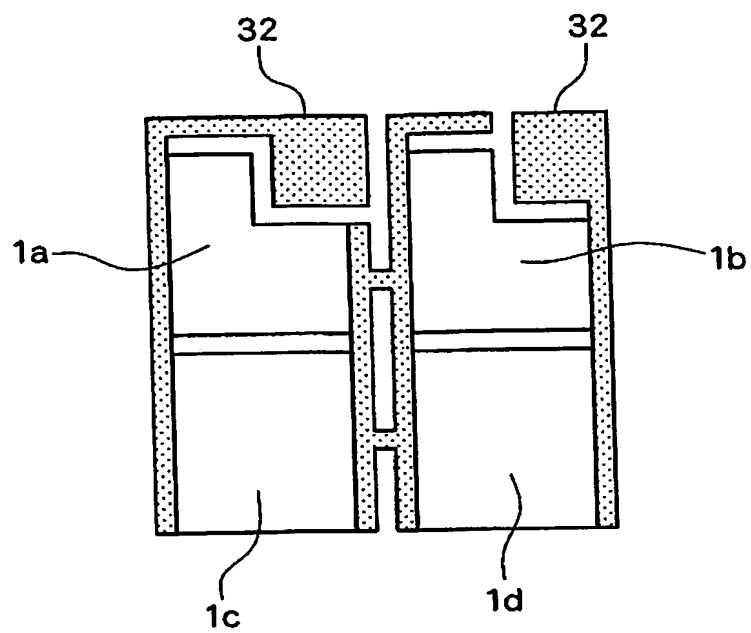
【図16】



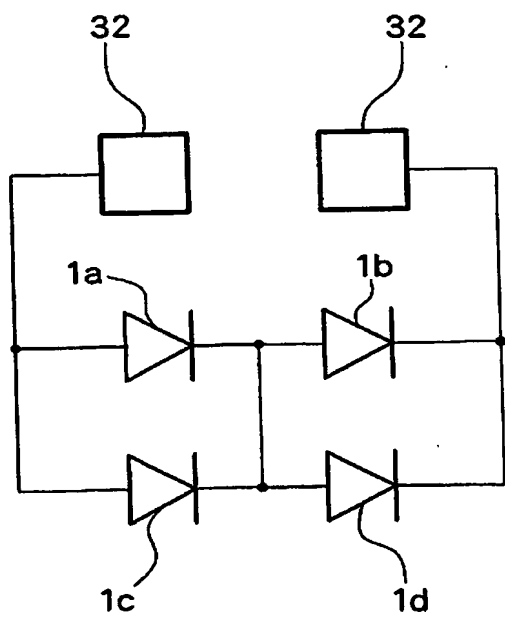
【図17】



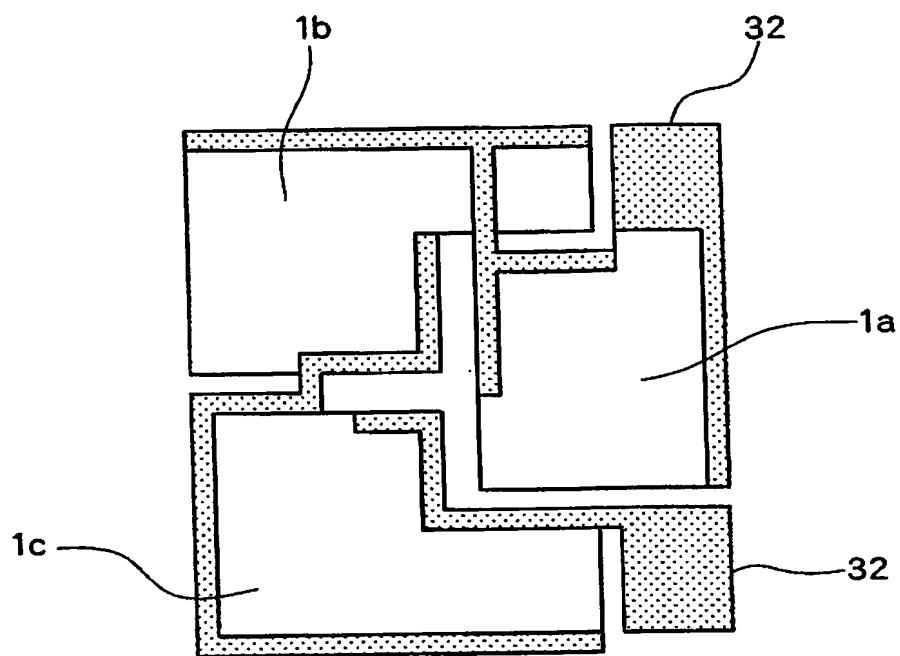
【図 18】



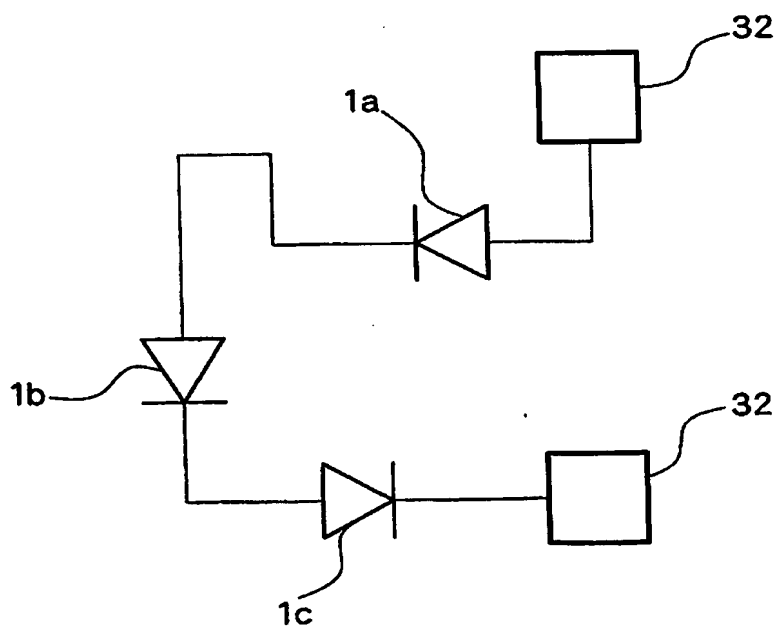
【図 19】



【図20】

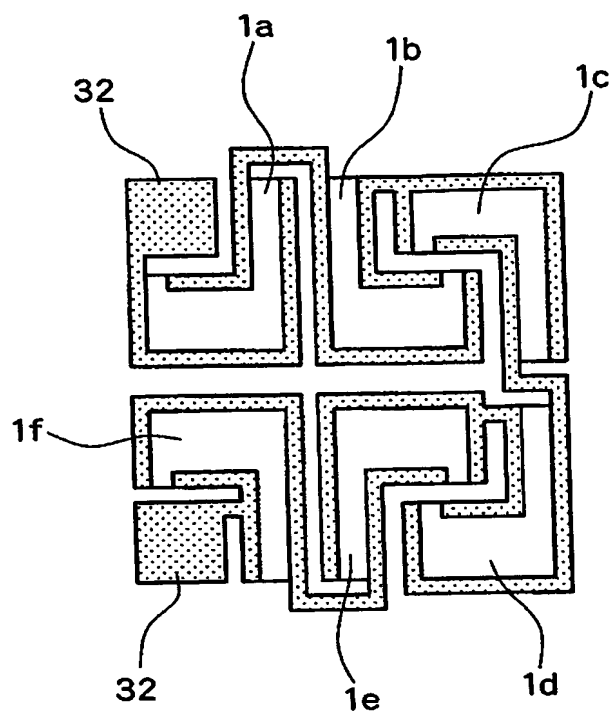


【図21】

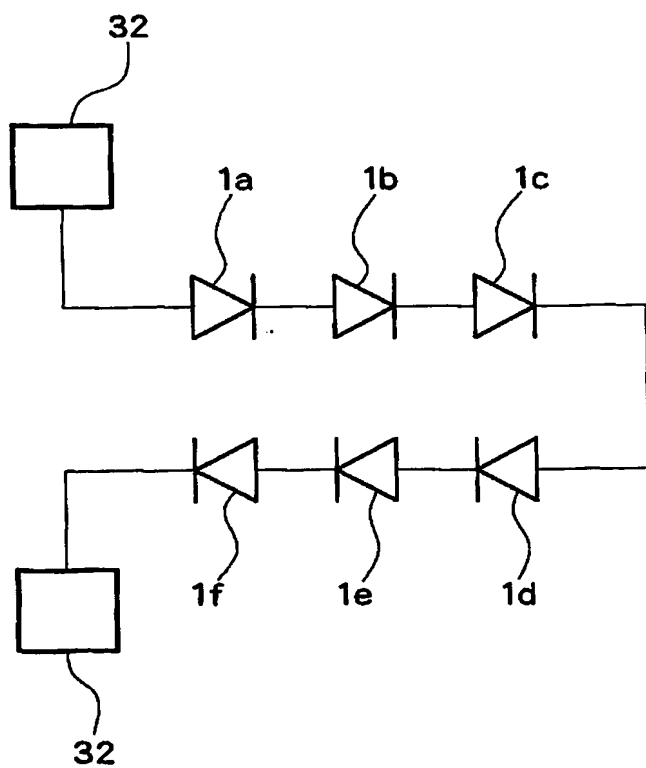




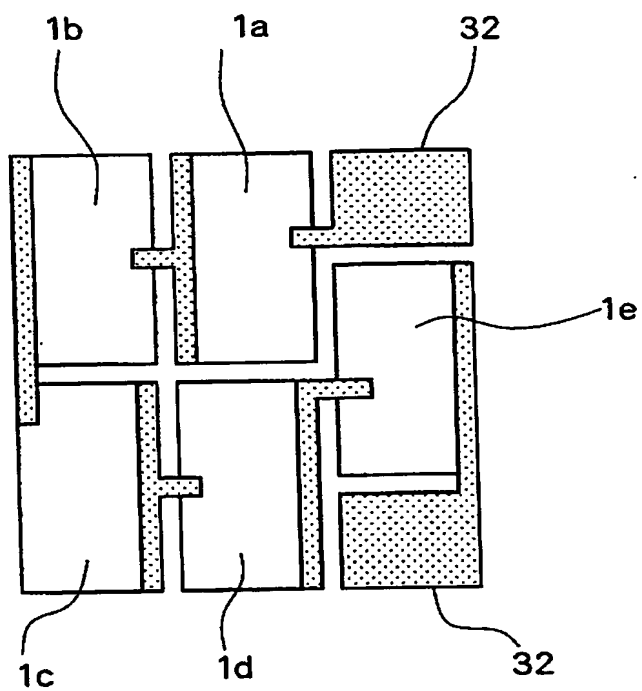
【図 22】



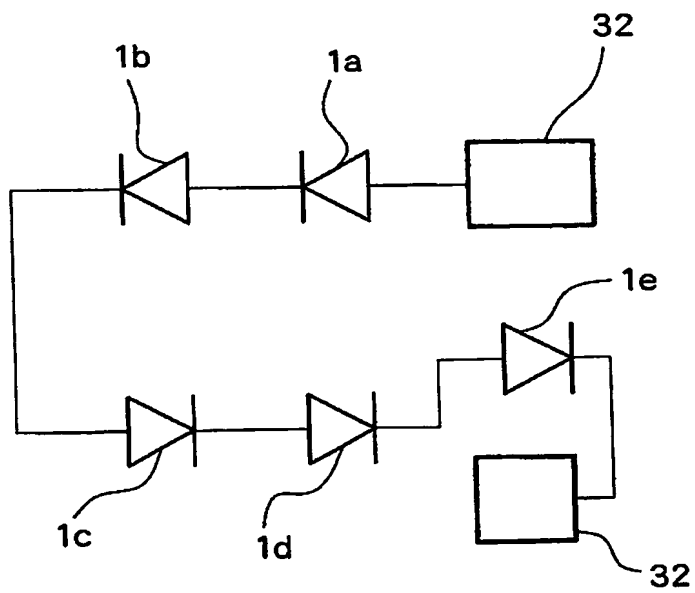
【図 23】



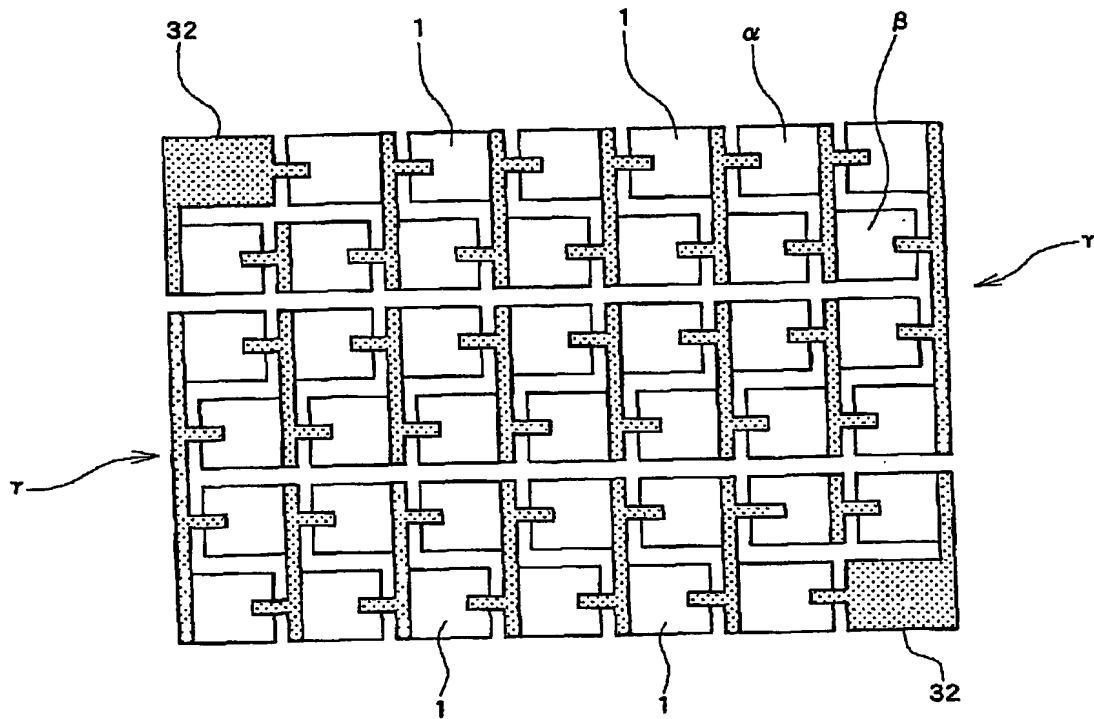
【図 24】



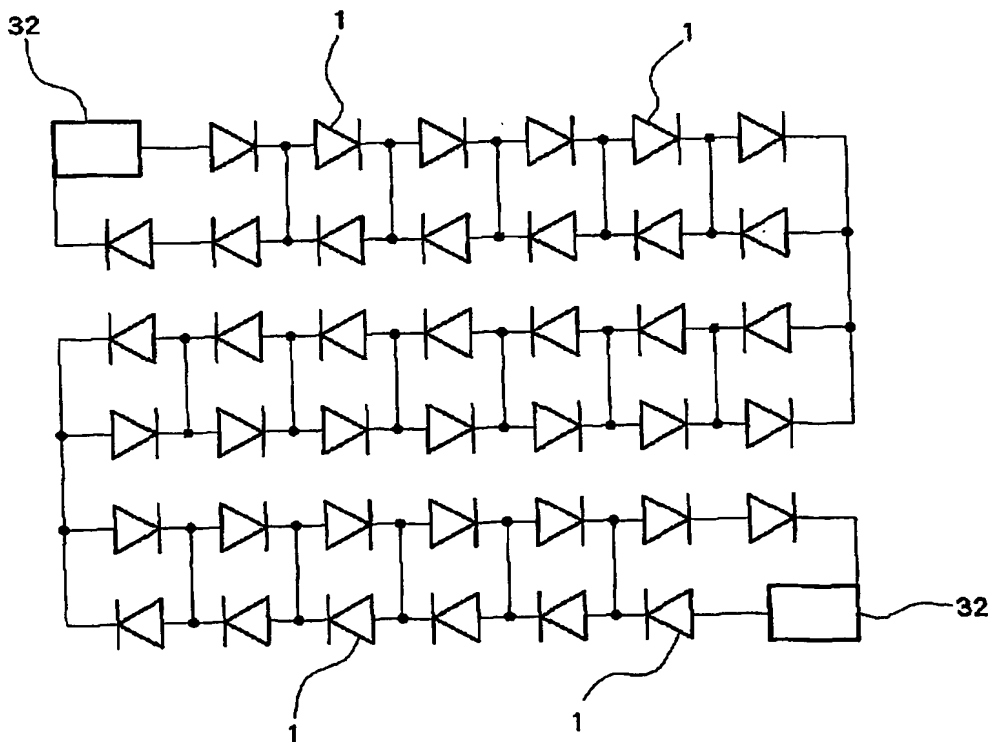
【図 25】



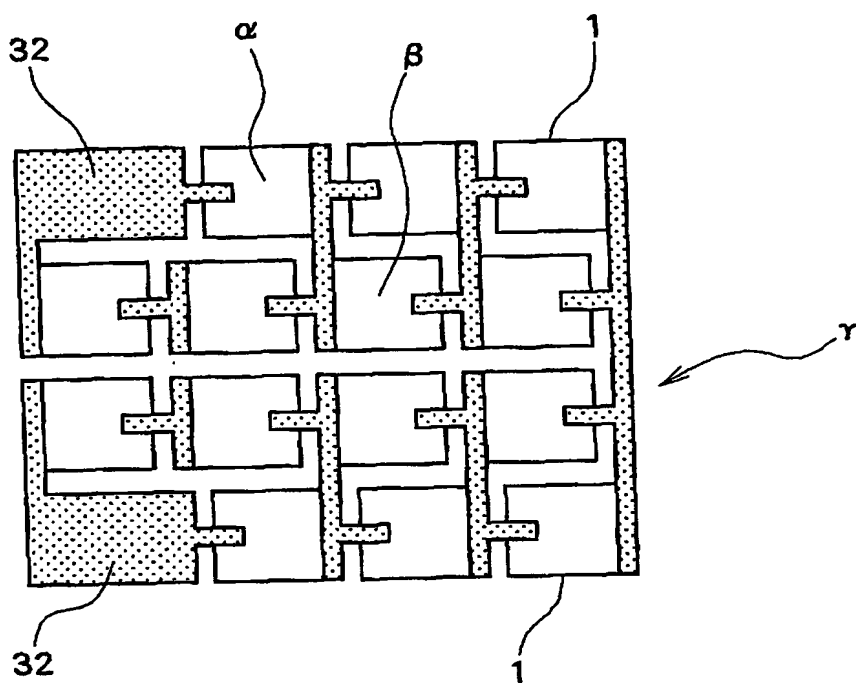
【図 26】



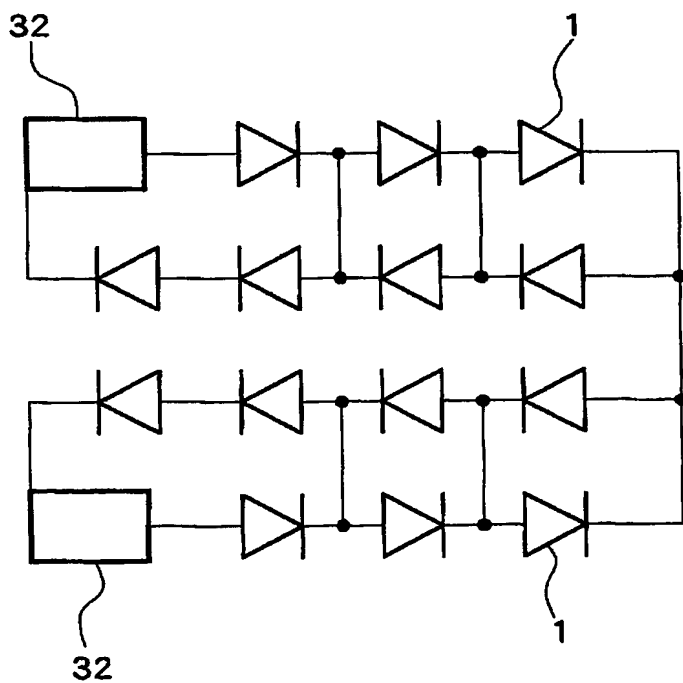
【図 27】



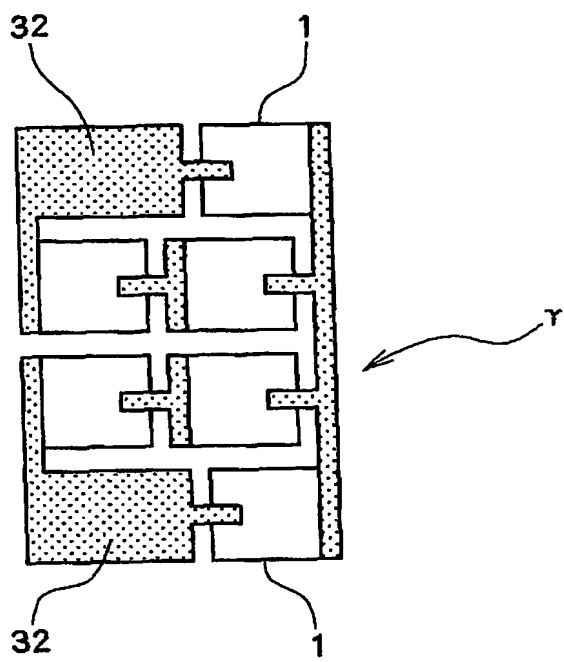
【図28】



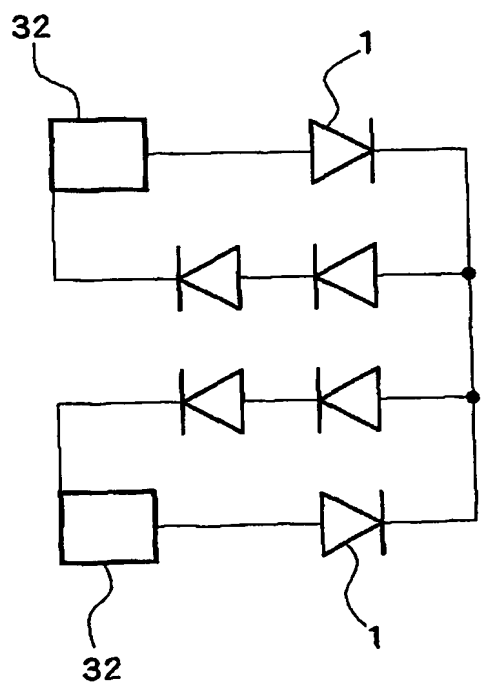
【図29】



【図 3 0】



【図 3 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い駆動電圧、低い駆動電流で動作できる発光装置を提供する。

【解決手段】 サファイア等の絶縁基板 10 上に複数の LED 1 を二次元的にモノリシック形成し、複数の LED を直列接続して LED アレイとする。2 組の LED アレイを互いに逆極性で電極 32 に接続する。LED 1 の間及び LED 1 と電極 32 間はエアブリッジ配線 28 とする。LED アレイをシグザグ状に配置することで多数の LED 1 を形成し、高い駆動電圧と低い駆動電流を得る。2 つの LED アレイは逆極性であるため、電源として交流電源を使用できる。

【選択図】 図 6

特願 2002-249957

出願人履歴情報

識別番号

[591080069]

1. 変更年月日

1994年11月17日

[変更理由]

住所変更

住所

徳島県徳島市八万町中津浦174-4

氏名

酒井 士郎

特願 2 0 0 2 - 2 4 9 9 5 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 0 0 2 2 1 5 6 3 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 1 0 日

[変更理由]

住所変更

住 所

徳島県鳴門市瀬戸町明神字板屋島 1 1 5 番地の 7

氏 名

ナイトライド・セミコンダクター株式会社



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**